



PATENT  
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of

Kesanobu KUWABARA

Serial No.: 10/772,968

Group Art Unit:

Filed: February 5, 2004

Examiner:

For: SWITCHING POWER SOURCE DEVICE

Certificate of Mailing

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on:

Date: 04/13/04

By: Marc A. Rossi

Marc A. Rossi

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

JAPAN 2003 - 029833	February 6, 2003
JAPAN 2003 - 400970	December 1, 2003

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications are filed herewith. It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these documents.

Respectfully submitted,

Marc A. Rossi  
Registration No. 31,923

04/13/04  
Date

Attorney Docket: FUJI:292

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日      2003年  2月  6日  
Date of Application:

出願番号      特願2003-029833  
Application Number:

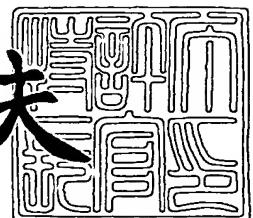
[ST. 10/C] :      [JP.2003-029833]

出願人      富士電機デバイステクノロジー株式会社  
Applicant(s):

2004年  3月 19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 02P01592  
【提出日】 平成15年 2月 6日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02M 3/28  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内  
【氏名】 桑原 今朝信  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005234  
【氏名又は名称】 富士電機株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100088339  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 篠部 正治  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 013099  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9715182  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチング電源装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交流電源に接続された整流回路と、整流回路の出力側に第1ダイオードを介して接続されたコンデンサと、該コンデンサに第2ダイオードを介して並列に接続された変圧器一次側の第1巻線と第1スイッチ素子との直列回路と、整流回路の出力側に第3ダイオードを介して接続された変圧器一次側の第2巻線と第2スイッチ素子との直列回路と、変圧器二次側の第3巻線と、第3巻線に発生する電圧を整流・平滑する整流平滑手段と、該整流平滑手段より出力される直流電圧を所望の値とするための誤差増幅信号を出力する誤差増幅手段と、該誤差増幅信号と前記交流電源からの入力電圧の全波整流波形を反転増幅波形に基づいて生成した第1変調波によって前記第1スイッチ素子をPWM制御とともに、前記誤差増幅信号と前記交流電源からの入力電圧の全波整流波形に基づいて生成した第2変調波によって前記第2スイッチ素子をPWM制御し、かつ、前記第1、第2スイッチ素子を交互にオン・オフさせる制御回路と、を備えたことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項 2】 請求項1に記載のスイッチング電源装置において、

前記制御回路は、前記誤差増幅信号と前記整流回路出力電圧のピーク値との乗算値を1/2倍して反転増幅して前記第1変調波として出力する反転増幅回路と、該第1変調波と第1搬送波とを比較する第1比較回路を備え、該第1比較回路の出力に基づいて前記第1スイッチ素子を制御することを特徴とするスイッティング電源装置。

【請求項 3】 請求項1に記載のスイッチング電源装置において、

前記制御回路は、前記誤差増幅信号と前記整流回路出力電圧との乗算して前記第2変調波として出力する乗算回路と、該第2変調波と第2搬送波とを比較する第2比較回路を備え、該第2比較回路の出力に基づいて前記第2スイッチ素子を制御することを特徴とするスイッティング電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

### 【発明の属する技術分野】

この発明は、負荷に所望の直流電圧を供給するスイッチング電源装置に関し、詳しくは、入力効率を改善したスイッチング電源装置に関するものである。

### 【0002】

#### 【従来の技術】

図4は、第1の従来例を示す図であって、チョーク入力型平滑回路を用いて効率を改善するスイッチング電源装置の一般的な構成を示すものである（例えば、特許文献1参照）。

図4において、1は交流電源、2はリアクトル3、コンデンサ4からなるノイズフィルタ、5はブリッジ整流回路、6は平滑コンデンサ、7は変圧器、7aは変圧器7の一次側の第1巻線、7bは同じく二次側の第2巻線、8はスイッチング素子、9はダイオード、10は平滑コンデンサ、11は負荷、12はスイッチング素子8をオン・オフ制御する制御回路、13はチョークコイルを示す。

### 【0003】

上記構成において、交流電源1から供給される交流電圧はノイズフィルタ2を介してブリッジ整流回路5によって全波整流される。ブリッジ整流回路5から出力される全波整流電圧は、チョークコイル13及び平滑コンデンサ6からなるチョーク入力型の平滑回路により平滑される。

第1巻線7aとスイッチング素子8は直列接続されコンデンサ6の両端に接続されている。スイッチング素子8のオン・オフにより前記平滑された電圧を断続し、第2巻線7bを経て、ダイオード9、平滑コンデンサ10によって平滑した後負荷11にほぼ一定の直流電圧として供給される。

### 【0004】

なお、制御回路12は、上記直流電圧を所望の値にほぼ一定にするべく、スイッチング素子8のオン・オフを制御するものである。ダイオード9、平滑コンデンサ10を介して得られる直流電圧を検出し、該検出値を予め定めた電圧設定値などと比較し、両者の偏差をなくすべく前記スイッチング素子8のオン・オフデューティサイクルをパルス幅変調（PWM）等により制御する。

また、平滑コンデンサ6への充電電流は、交流電源1からノイズフィルタ2、

ブリッジ整流回路5及びチョークコイル13を介して供給される。この充電電流は、チョークコイル13のインダクタンス値に応じてピーク値が抑えられると共に導通期間が長くなる。つまり、平滑コンデンサ6に流れる充電電流はチョークコイル13によって平滑されることとなり、力率が改善される。

### 【0005】

また、図5は、第2従来例を示す図であって、力率補正(PFC)法と呼ばれる手法を用い、入力電流を近似的に正弦波に変換することによって力率をほぼ1に近い値とし、かつ、入力電流の高調波成分を除去するようにしたスイッチング電源装置の構成を示すものである(例えば特許文献2参照)。

図5において、14は第2のスイッチング素子、15はダイオード、16は電流検出抵抗、17はインダクタ、18は第2の制御回路であり、他の回路構成要素は図4と同一である。ここで、第2の制御回路18には、平滑コンデンサ6の電圧と電流検出抵抗16による電流検出値とが入力されており、これらの入力信号に基づいて第2のスイッチング素子14がオン・オフ制御されるようになっていいる。

### 【0006】

インダクタ17、第2のスイッチング素子14、ダイオード15、平滑コンデンサ6、電流検出抵抗16及び第2の制御回路18が昇圧変換器を構成しており、制御回路18によるスイッチング素子14のPWM制御により入力電流波形を正弦波状にし、高調波成分を除去すると共に、入力力率を改善している。

ここで、図4、図5のノイズフィルタ2は、リアクトル3、コンデンサ4を用いて構成している。ノイズフィルタの構成としては、リアクトル3の電源側にもコンデンサを接続するものなどが周知である。かかる構成は、ノーマルモードノイズフィルタと呼ばれ、ブリッジ整流回路5の正負出線に流れるノーマルモードノイズ電流を除去するものである。

### 【0007】

また、図示していないが、リアクトル3に替えて同一のコアに二巻線が同極性巻き回された同相リアクトルを用い、同相リアクトルの各巻線をそれぞれコンデンサを介して接地する構成も周知である。かかる構成は、同相ノイズフィルタ

(コモンモードノイズフィルタ) と呼ばれ、スイッチング素子 8 のオン・オフに伴ってブリッジ整流回路 5 の正負の出力線と接地間に流れるコモンモードノイズ電流を除去するためのものである。

### 【0008】

#### 【特許文献 1】

特開平 9-131055 号公報 (図 5)

#### 【特許文献 2】

特開平 11-196572 号公報 (図 9)

### 【0009】

#### 【発明が解決しようとする課題】

図 4 に示すスイッチング電源装置のチョークコイル 13 には、交流電源から供給される交流を全波整流して得られる脈流が印加される。その周波数は商用周波数の 2 倍となるので、チョークコイル 13 としては数 mH 以上の大きなインダクタンスが必要となる。

大きなインダクタンスを有するチョークコイルはその形状が大きく重量も重いため、小型・軽量化という点では問題が大きい。

また、大きなインダクタンスを得るためににはコイルの巻数を多する必要があり、巻線の抵抗による電圧降下が大きくなつて直流中間電圧が低くなる。このため、スイッチング素子に流れる実効電流が大きくなり、これによってスイッチング損失が増加したり電源装置としての効率が低下する等の問題がある。

### 【0010】

図 5 に示したスイッチング電源装置では、力率をほぼ 1 にすることができますが、スイッチング素子の制御回路が 2 つ必要となるため、回路構成が複雑化して高価になる。ところが、力率をほぼ 1 に保ちつつ入力電流に含まれる高調波成分を全部除去する必要がある用途はそれほど多くなく、高調波成分については、規格等で定められた値以下に低減できればそれで十分な用途が多いため、機能や価格面で無駄も多い。

そこで本発明は、装置の大型化や高価格化を避けると共に、広い入力電圧範囲で入力電流の導通角を広げて力率を改善し、しかも入力電流の高調波成分を実用

上十分なレベルにまで除去し、かつ、スイッチング損失を減らして高効率化を可能にしたスイッチング電源装置を提供しようとするものである。

### 【0011】

#### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、交流電源に接続された整流回路と、整流回路の出力側に第1ダイオードを介して接続されたコンデンサと、該コンデンサに第2ダイオードを介して並列に接続された変圧器一次側の第1巻線と第1スイッチ素子との直列回路と、整流回路の出力側に第3ダイオードを介して接続された変圧器一次側の第2巻線と第2スイッチ素子との直列回路と、変圧器二次側の第3巻線と、第3巻線に発生する電圧を整流・平滑する整流平滑手段と、該整流平滑手段より出力される直流電圧を所望の値とするための誤差増幅信号を出力する誤差増幅手段と、該誤差増幅信号と前記交流電源からの入力電圧の全波整流波形を反転増幅波形に基づいて生成した第1変調波によって前記第1スイッチ素子をPWM制御するとともに、前記誤差増幅信号と前記交流電源からの入力電圧の全波整流波形に基づいて生成した第2変調波によって前記第2スイッチ素子をPWM制御し、かつ、前記第1、第2スイッチ素子を交互にオン・オフさせる制御回路と、を備えるものとする。

### 【0012】

また、前記制御回路は、前記誤差増幅信号と前記整流回路出力電圧のピーク値との乗算値を1/2倍して反転増幅して前記第1変調波として出力する反転増幅回路と、該第1変調波と第1搬送波とを比較する第1比較回路を備え、該第1比較回路の出力に基づいて前記第1スイッチ素子を制御し、前記誤差増幅信号と前記整流回路出力電圧との乗算して前記第2変調波として出力する乗算回路と、該第2変調波と第2搬送波とを比較する第2比較回路を備え、該第2比較回路の出力に基づいて前記第2スイッチ素子を制御する。

### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

図1は実施形態を示す図であって、7cは変圧器7の一次側の第3巻線、21

, 22, 23はダイオード、24, 25はスイッチング素子、30はスイッチング素子24, 25の制御回路である。その他、図4と同一の構成については同じ符号を付して説明を省略する。

ブリッジ整流回路5から出力される全波整流電圧は、ダイオード21, 22を介して第1巻線7aとスイッチ素子24との直列回路に与えられる。

#### 【0014】

平滑コンデンサ6はダイオード21とダイオード22との接続点に接続されており、スイッチ素子24をオン・オフさせることにより、平滑コンデンサ6によって平滑された電圧が断続され、第2巻線7bを経て変圧器7の二次側に供給される。

また、前記全波整流電圧は、ダイオード23を介して第3巻線7cとスイッチ素子25との直列回路にも与えられており、スイッチ素子25をオン・オフさせることにより、前記全波整流電圧が断続され、第2巻線7bを経て変圧器7の二次側に供給される。

#### 【0015】

変圧器7の二次側では、第2巻線7bより得られる電圧が、ダイオード9と平滑コンデンサ10によって整流・平滑され、負荷11にはほぼ一定の直流電圧として供給される。

制御回路30は上記直流電圧を所望の値にほぼ一定にするべく、スイッチング素子24, 25のオン・オフを制御するものである。

誤差増幅器20は、前記直流電圧の検出値を予め定めた電圧設定値などと比較し、両者の偏差をなくすべく誤差増幅された信号を生成する。スイッチ素子24, 25は、誤差増幅信号に基づいてオン・オフデューティを決定しパルス幅変調(PWM)等により制御される。

#### 【0016】

このとき、スイッチ素子24, 25のオン・オフ制御は、電源電圧に同期した波形を用いて制御され、かつスイッチ素子24, 25が交互にオン・オフするようになされる。

以下において、スイッチ素子24, 25の制御について説明する。

## (実施例)

図2は制御回路30を示す図であり、図3は図1、図2の各点における動作波形図である。図3において、波形(ア)～(ク)は図1、図2に付した記号の個所の波形に相当する。

## 【0017】

図2において、31、33は乗算回路、32はピークホールド回路、34は反転増幅回路、35は発振回路、36、38は比較回路である。発振回路35は、周期(T)中に出力のない期間(間欠期間t)を有する鋸歯状波を出力するものであって、位相が $180^\circ$ 異なる2つの波形第1搬送波(エ)、第2搬送波(エ')を出力する。

制御回路30のノード(a)には、ブリッジ整流回路5の出力電圧検出値が入力され、ノード(d)には、負荷11に供給される直流電圧を検出し該直流電圧検出値を予め定めた電圧設定値と比較して両者の偏差をなくすべく誤差増幅された誤差増幅信号が入力される。また、ノード(b)、(c)からは、それぞれスイッチ素子25、24の制御信号が出力される。

## 【0018】

乗算回路31へは前記ブリッジ整流回路5の出力電圧検出値と前記誤差増幅信号が入力され、両者の積を演算し第2変調波(ア)を出力する(図3(A))。

比較回路36において、第2変調波(乗算回路31の出力(ア))と第2搬送波(発振回路35の一方の出力(ウ))とを比較して、スイッチ素子25への制御信号であるパルス(オ)(図3(B))を生成する。

スイッチ素子25はパルス(オ)によってオン・オフし、変圧器7の第3巻線7cには、図3(C)に示すように、電流Ic(キ)が流れる。

また、前記ブリッジ整流回路5の出力電圧検出値は、ピークホールド回路32にも入力され、ブリッジ整流回路5から出力される脈流のピークを求め、乗算回路33において、前記誤差増幅信号との積を演算する。

## 【0019】

反転増幅回路34には、乗算回路33の出力と前記乗算回路31の出力(ア)が入力され、前記乗算回路31の出力(ア)を反転増幅して図3(D)に示す出

力（イ）を得る。ここで、乗算回路33の出力を1／2倍して反転増幅回路34に入力しているので、乗算回路31の出力（ア）と同じ波高値を有する第1変調波（イ）が得られる。

比較回路38では、第1変調波（反転増幅回路34の出力（イ））と第1搬送波（発振回路35から出力されるもう一方の鋸歯状波（エ））との比較を行い、スイッチ素子24への制御信号であるパルス（カ）（図3（E））を生成する。

#### 【0020】

スイッチ素子24はパルス（カ）によってオン・オフし、変圧器7の第1巻線7aには図3（F）に示すように電流Ia（ク）が流れる。

また、交流電源から入力される電流は図3（G）に示すものとなる。

本実施例では、第1、第3巻線の巻数は等しいものを用いた。また、スイッチ素子24、25のPWM制御に用いる第1、第2の搬送波には、振幅と間欠期間が等しく位相が180°異なる2つの鋸歯状波を用いた。

このような2つの鋸歯状波は、連続する鋸歯状波とともに、交互に振り分ければよい。

#### 【0021】

間欠期間の長さは、上記の例では周期Tに対して75%程度である。

また、搬送波としては鋸歯状波に限らず三角波を用いてもよく、この場合も2つのスイッチ素子が交互にオン・オフするよう、間欠期間を設ける。

あるいは、2つのスイッチ素子を交互にオン・オフさせるため、各スイッチ素子に流れる電流を検出する手段（図示せず）を設けて、一方のスイッチ素子が所定期間オンした後二次側の電流がゼロになったことを検出してもう一方のスイッチ素子を所定期間オンさせるように制御してもよい。

本発明は、かかる構成に限定されるものではなく、例えば、第3巻線の巻数を多くし（少なくし）、第3巻線に直列接続されたスイッチ素子のPWM制御に用いる搬送波の振幅を小さくし（大きくし）てもよい。即ち、変圧器の第1、第3巻線の巻数に応じて、各スイッチ素子のオン・オフデューティを変更すればよく、変圧器の選択の自由度が高くなる。

#### 【0022】

スイッチ素子には高速でのオン・オフが可能な半導体スイッチ素子（例えばMOSFET）が好適である。図3の例では、図示の都合上搬送波の周波数を低く示しているが、実際は、スイッチ素子の性能に応じて数10kHz程度のスイッチングが可能である。第1，第2のスイッチ素子が交互にオン・オフするので、変圧器の二次側には実質的には各スイッチ素子のスイッチング周波数の2倍の周波数の電圧が誘起される。

図5に示した回路においてもスイッチ素子を2つ用いているが、スイッチ素子8, 14のいずれにも巻線7aに流れる電流が流れることになり、スイッチ素子における損失が大きい。

### 【0023】

これに対して、図1に示す回路では、スイッチ素子24, 25には巻線7a, 7cに流れる（図5の場合のおよそ半分の）電流がそれぞれ流れるため、小型のスイッチ素子を用いることができ、スイッチ素子における損失が小さい。また、チョークコイル17も不要となる。

したがって、小型のスイッチ素子を用いることやチョークコイルを用いないことでスイッチング電源装置の小型化が図りやすくなり、スイッチ素子での発熱も小さくなることから、放熱に対する設計にも自由度が得られる。

また、制御回路30を半導体に集積して1つのICとして構成すれば、2つのスイッチ素子の双方あるいは一方と同じパッケージ内に収納することが可能で、その他の保護回路等と同一パッケージ内に収納しておけば、ユーザの配線接続作業が簡単になる。素子分離技術を用いて制御回路としてのIC部分と高耐圧スイッチ素子とを1つの半導体基板上に集積した半導体装置としてもよい。

### 【0024】

上記の例では、変圧器7の二次側の電圧を検出し、二次側にて誤差増幅を行った後にフォトカプラで絶縁した上で制御回路に入力しているが、変圧器に図示しない第4巻線を設けて二次側に発生する電圧を直接検出し、この検出値を制御回路に入力するようにしてもよい。変圧器の構成は若干複雑になるものの、二次側の回路構成が簡単になる。

本発明によれば、導通期間を長くすることができるので、波形が正弦波に近く

なり、高調波が抑制され、入力力率が改善される。また、チョークコイルを用いないことから、入力電圧の変化にも対応しやすい。

### 【0025】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、チョークコイルが不要となる。また広範囲の交流入力電圧に対応が可能である。

第1，第3巻線に直列に接続されたスイッチ素子を交互にオン・オフするように制御することで、入力電流に対する導通角を広がり、力率を改善することができる。さらに、高調波を抑制することができ、スイッチング電源装置を小型で安価に構成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施の形態を示す図

【図2】制御回路の構成を示す図

【図3】波形図

【図4】第1の従来例を示す図

【図5】第2の従来例を示す図

#### 【符号の説明】

- 1 交流電源
- 2 ノイズフィルタ
- 3 リアクトル
- 4, 6, 10 コンデンサ
- 5 ブリッジ整流回路
- 7 変圧器
- 7 a 第1巻線
- 7 b 第2巻線
- 7 c 第3巻線
- 9, 21, 22, 23 ダイオード
- 11 負荷
- 8, 24, 25 スイッチング素子

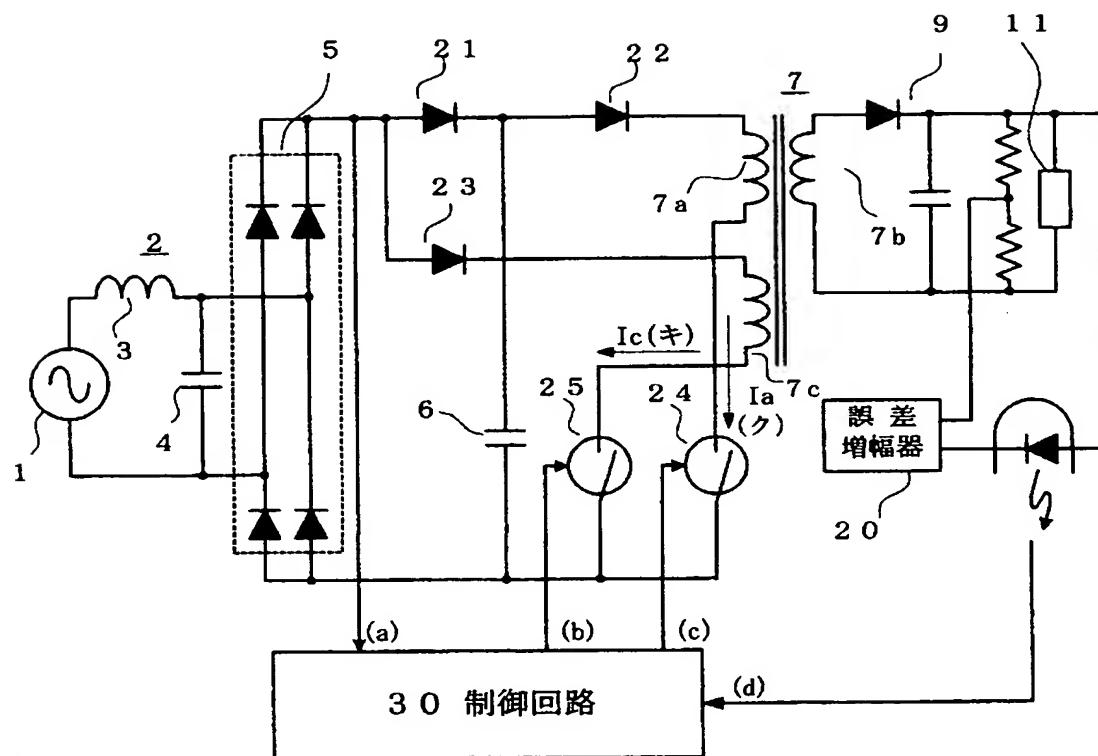
12, 18, 30 制御回路

20 誤差増幅器

【書類名】

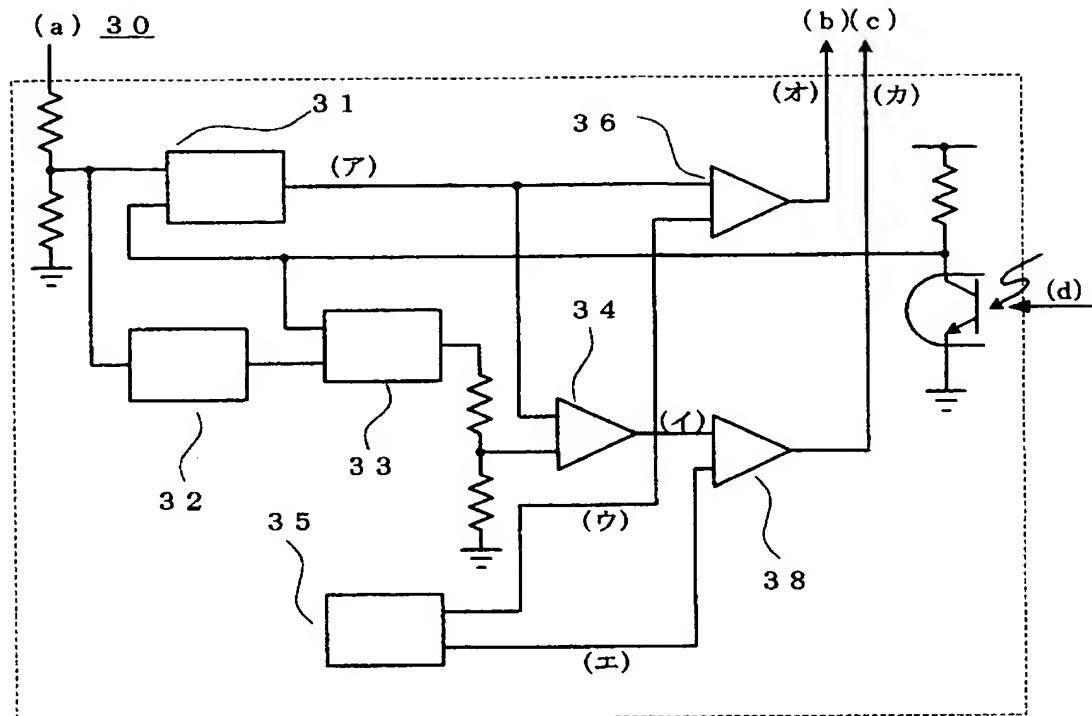
図面

【図 1】

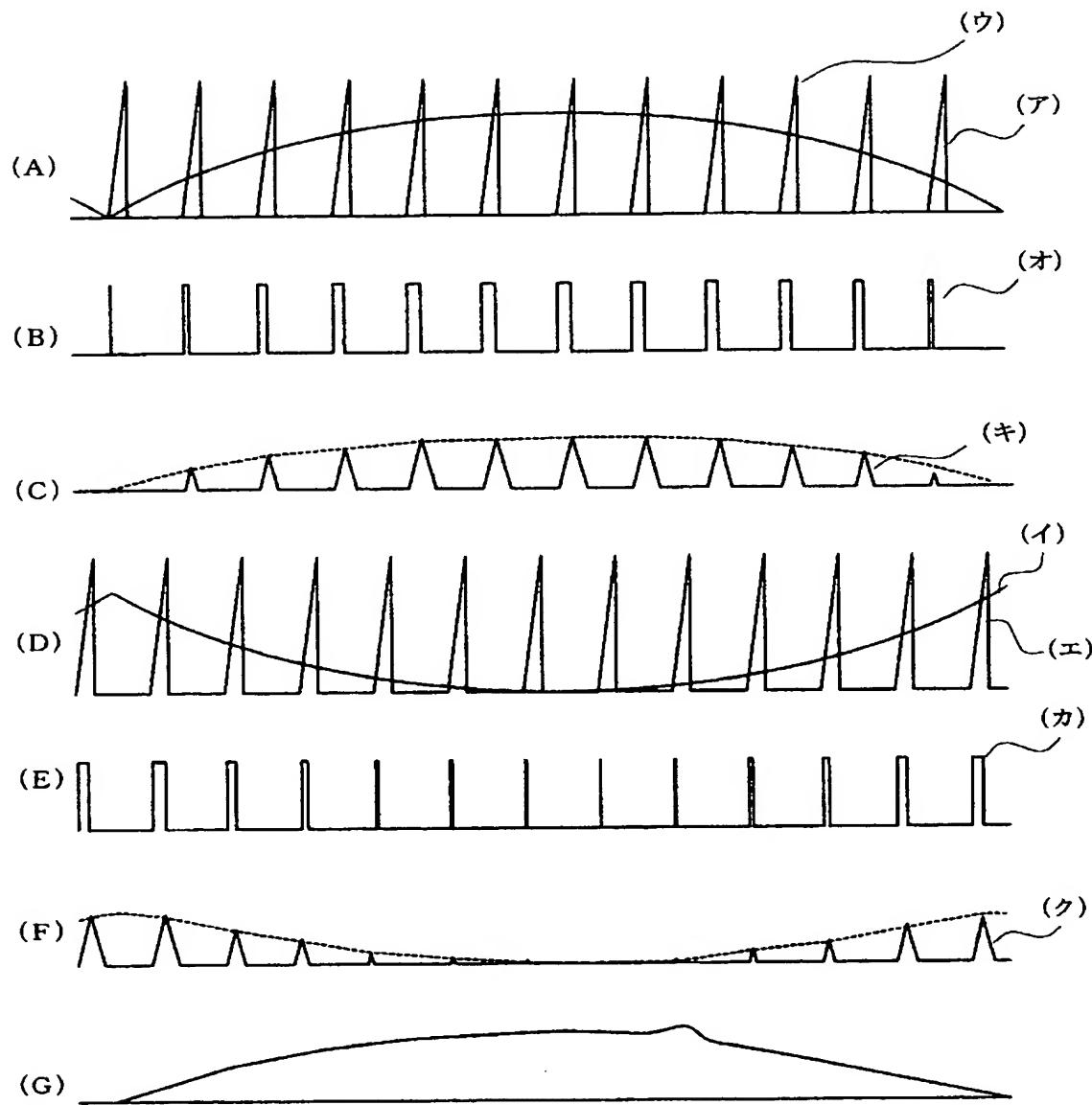


- 1 交流電源
- 2 ノイズフィルタ
- 3 リアクトル
- 4, 6, 10 コンデンサ
- 5 ブリッジ整流回路
- 7 変圧器
- 7 a 第1巻線
- 7 b 第2巻線
- 7 c 第3巻線
- 9, 21, 22, 23 ダイオード
- 11 負荷
- 24, 25 スイッチング素子
- 30 制御回路

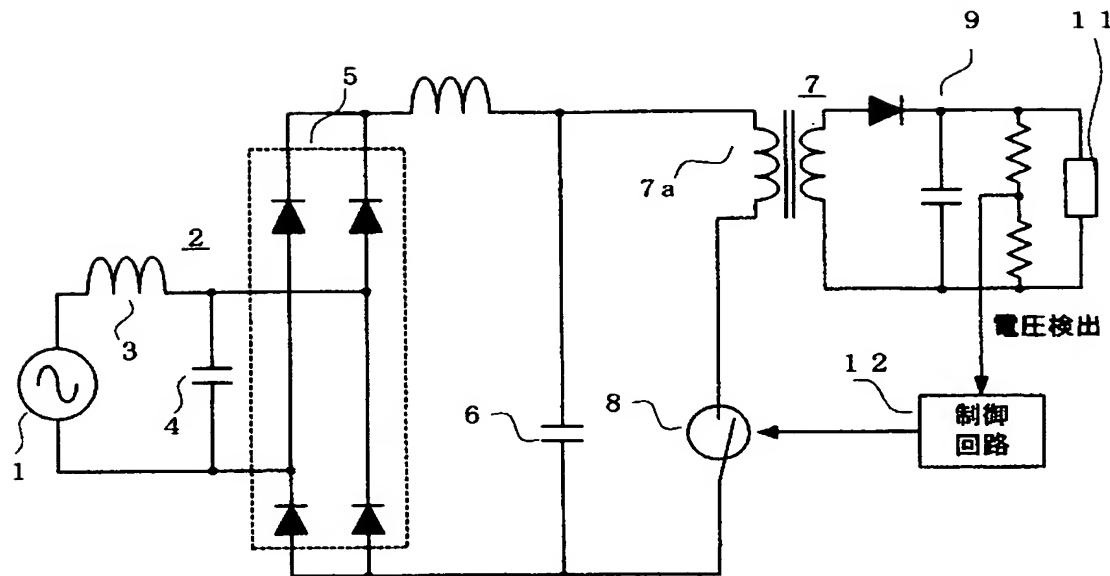
【図2】



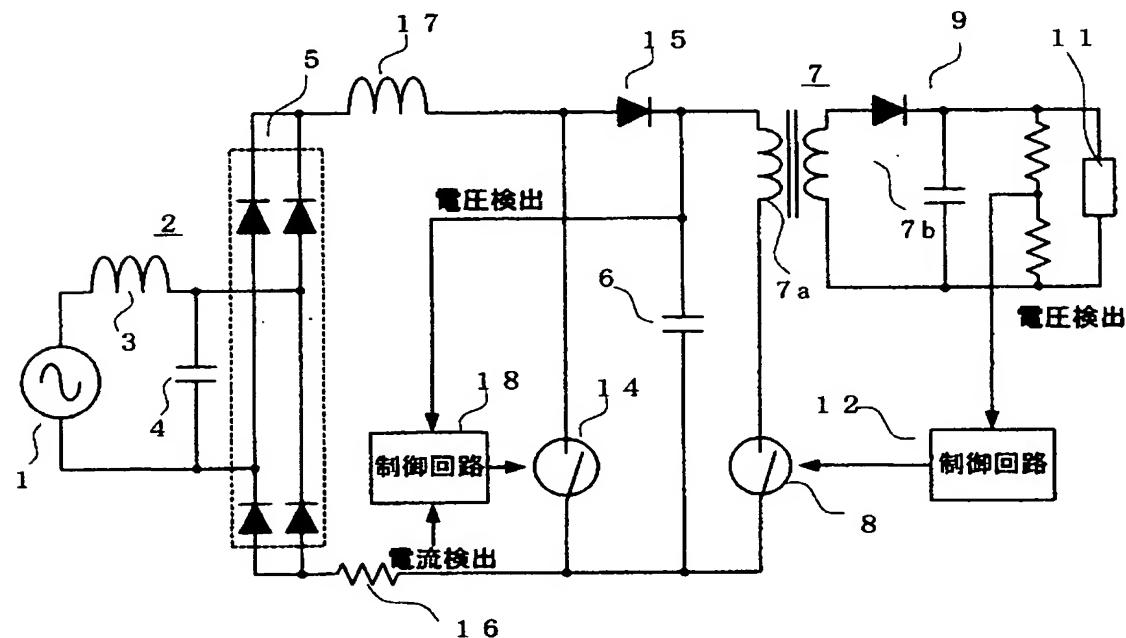
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 装置の大型化や高価格化を避け、広い入力電圧範囲で入力電流の導通角を広げて力率を改善し、入力電流の高調波成分を実用上十分なレベルに除去する。

【解決手段】 ブリッジ整流回路5の出力を、変圧器7の一次側第1巻線7aとスイッチ素子24との直列回路と第3巻線7cとスイッチ素子25との直列回路とに与え、スイッチ素子24とスイッチ素子25を交互にオン・オフし、変圧器7の二次側第2巻線7bより得られる電圧を、ダイオード9平滑コンデンサ10によって整流・平滑して所望の直流電圧を得る。

【選択図】

図 1

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）  
【整理番号】 02P01592  
【提出日】 平成15年11月 7日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
　【出願番号】 特願2003- 29833  
【承継人】  
　【識別番号】 503361248  
　【氏名又は名称】 富士電機デバイステクノロジー株式会社  
【承継人代理人】  
　【識別番号】 100088339  
　【弁理士】  
　【氏名又は名称】 篠部 正治  
　【電話番号】 03-5435-7241  
【提出物件の目録】  
　【物件名】 権利の承継を証明する書面 1  
　【援用の表示】 特願 2003-325949 の出願人名義変更届（一般承継）に添付した会社分割承継証明書  
　【物件名】 承継人であることを証明する書面 1  
　【援用の表示】 特願 2002-298068 の出願人名義変更届（一般承継）に添付した登記簿謄本  
【包括委任状番号】 0315472

特願 2003-029833

## 出願人履歴情報

識別番号 [000005234]

1. 変更年月日 1990年 9月 5日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
氏 名 富士電機株式会社
2. 変更年月日 2003年10月 2日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
氏 名 富士電機ホールディングス株式会社

特願 2003-029833

出願人履歴情報

識別番号 [503361248]

1. 変更年月日 2003年10月 2日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都品川区大崎一丁目11番2号  
氏名 富士電機デバイステクノロジー株式会社